



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | |
|---|----|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁵ : G01L 9/00, 9/12, 15/00 | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/17383 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. August 1994 (04.08.94) |
|---|----|---|

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE93/00048
(22) Internationales Anmeldedatum: 19. Januar 1993 (19.01.93)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG
DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE];
Leonrodstrasse 54, D-8000 München 19 (DE).

(72) Erfinder: und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MOKWA, Wilfried
[DE/DE]; Yorkstrasse 67, D-4150 Krefeld (DE). KAN-
DLER, Michael [DE/DE]; Amselweg 10, D-5042 Erfstadt
(DE). AMELUNG, Jörg [DE/DE]; Espenweg 4, D-4150
Krefeld (DE).

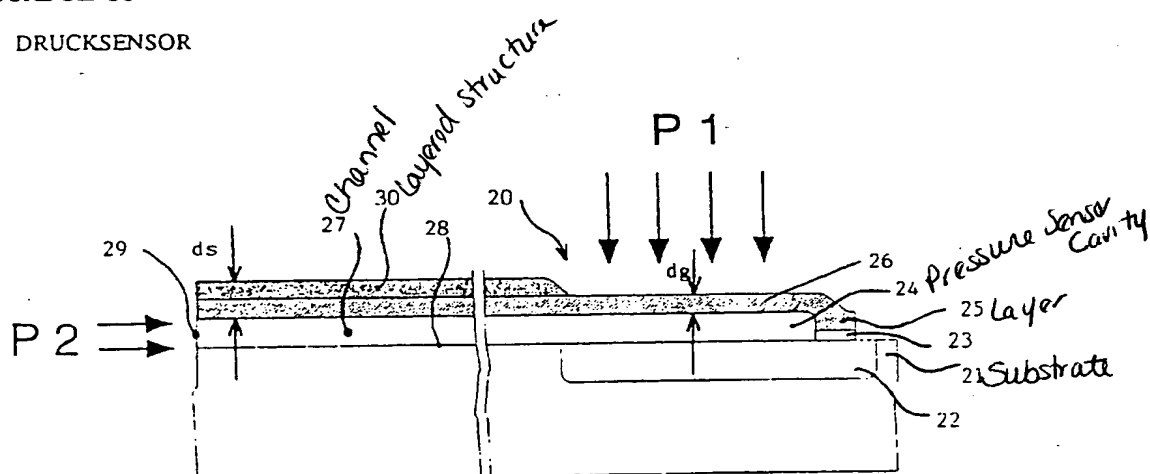
(74) Anwalt: SCHOPPE, Fritz; Georg-Kalb-Strasse 9, D-82049
Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Mit geänderten Ansprüchen.

(54) Title: PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung: DRUCKSENSOR



(57) Abstract

A pressure sensor has a substrate (21) and a layer (25) which defines together with the substrate a pressure sensor cavity (24). The layer has a diaphragm-like area (26) upon which an outer pressure may be applied. In order to create a microminiaturized pressure sensor of the above-mentioned type for differential or relative pressure measurements, a channel (27) which extends along the surface of the substrate is connected to the cavity. The channel has a layered structure which also includes the layer which defines the diaphragm-like area of the pressure sensor. The relation between the width of the channel and the thickness of the layered structure (25, 30) above the channel is smaller than the relation between the smallest dimension of the diaphragm-like area in the plane of the diaphragm and the thickness of the diaphragm-like area.

(57) Zusammenfassung

Ein Drucksensor umfasst ein Substrat (21) und eine Schicht (25), die zusammen mit dem Substrat einen Drucksensorhohlraum (24) festlegt, wobei die Schicht ein Membran-artiges Gebiet (26) aufweist, das von einem Aussendruck beaufschlagbar ist. Ein mikrominiaturisierbarer Drucksensor der oben genannten Art für die Differenzdruckmessung oder Relativdruckmessung wird dadurch geschaffen, dass sich an den Hohlraum ein Kanal (27) anschliesst, der sich entlang der Oberfläche des Substrates erstreckt, wobei der Kanal eine Schichtstruktur umfasst, die die Schicht mit umfasst, welche auch das Membran-artige Gebiet des Drucksensors festlegt, wobei das Verhältnis der Breite des Kanals zu der Dicke der Schichtstruktur (25, 30) oberhalb des Kanals kleiner ist als das Verhältnis der kleinsten Erstreckung des Membran-artigen Gebietes in der Membranebene zu der Dicke des Membran-artigen Gebietes.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | GA | Gabon | MR | Mauretanien |
| AU | Australien | GB | Vereinigtes Königreich | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GE | Georgien | NE | Niger |
| BE | Belgien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BJ | Benin | IE | Irland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BY | Belarus | JP | Japan | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SI | Slowenien |
| CI | Côte d'Ivoire | KZ | Kasachstan | SK | Slowakei |
| CM | Kamerun | LI | Liechtenstein | SN | Senegal |
| CN | China | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| ES | Spanien | MG | Madagaskar | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | ML | Mali | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MN | Mongolei | VN | Vietnam |

Drucksensor

Beschreibung

Allgemein befaßt sich die Erfindung mit dem Gebiet der Drucksensoren. Insbesondere befaßt sich die Erfindung mit einem Relativdrucksensor, der als eine mikromechanische Struktur mit kleinsten Dimensionen implementiert werden kann. Mit anderen Worten bezieht sich die Erfindung auf einen Drucksensor mit einem Substrat und einer mit diesem Substrat einen Hohlraum festlegenden Schicht, die oberhalb des Hohlraumes ein Membran-artiges Gebiet aufweist, das von einem außerhalb des Hohlraumes herrschenden ersten Druck beaufschlagbar ist, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Mit Methoden der Mikromechanik und insbesondere der Oberflächenmikromechanik implementierbare Drucksensoren sind in verschiedensten Ausgestaltungen in der jüngeren wissenschaftlichen Literatur und in der jüngeren Patentliteratur geoffenbart worden.

So zeigt beispielsweise die internationale Patentanmeldung PCT/DE91/00107 (Veröffentlichungs-Nummer WO91/12507) der Anmelderin einen Absolutdrucksensor, der mit Methoden der Mikromechanik aus einem Halbleiterwerkstoff, wie insbesondere Silizium, hergestellt werden kann und der ein Substrat aufweist, in dem durch eine entsprechende Dotierung ein leitfähiger Halbleiterbereich gegenüber dem Substrat isoliert angeordnet ist, wobei eine Drucksensorstruktur dadurch auf diesem leitfähigen Halbleiterbereich in dem Halbleiter-substrat aufgebaut wird, daß zunächst eine Abstandshalterschicht auf das Substrat aufgebracht wird, sodann eine polykristalline Halbleiterschicht auf der Abstandshalterschicht

abgeschieden wird, woraufhin die polykristalline Halbleiterschicht dotiert wird und die Abstandshalterschicht, die auch als Opferschicht bezeichnet werden kann, durch Ätzen über geeignete Kanäle entfernt wird. Abschließend werden die Kanäle durch Abscheiden eines geeigneten Materiales verschlossen. Es ergibt sich eine kapazitive Drucksensorstruktur, bei der die polykristalline Halbleiterschicht zusammen mit dem Substrat einen abgeschlossenen Hohlraum festlegt, der beispielsweise evakuiert sein kann oder mit einem Gas mit einem vorbestimmten Druck gefüllt sein kann. Ein derartiger Drucksensor ist zwar dahingehend ausgesprochen vorteilhaft, daß er die Erfassung eines Absolutdruckes mit hoher Meßgenauigkeit ermöglicht und aufgrund der Isolation des Halbleiterbereiches gegenüber dem Substrat kompatibel für CMOS-Schaltungen gestaltet ist, jedoch ergibt sich eine Einschränkung dieses Drucksensors dahingehend, daß er nur für die Erfassung eines Absolutdruckes geeignet ist.

Es sind bereits Relativdrucksensoren bzw. Drucksensoren für die Differentialdruckmessung bekannt, die mit mikromechanischen Technologien realisiert worden sind. So zeigt beispielsweise die Fachveröffentlichung Journal of Vacuum Science & Technology/A, Band 4, Nr. 3, Mai bis Juni 1986, Teil 1, Seite 618, Spalte 2, letzter Absatz bis 619, Spalte 1, erster Absatz in Verbindung mit Fig. 3 einen aus Halbleitermaterialien aufgebauten Relativdrucksensor mit einem Substrat und einer zusammen mit dem Substrat einen Hohlraum festlegenden Polysiliziumschicht, wobei das Substrat eine Rückseitenöffnung aufweist, die durch anisotropes Ätzen ausgehend von der Rückseite des Substrates bis zu dem Hohlraum gebildet ist. Durch diese Rückseitenöffnung wird bei der Herstellung des Drucksensors eine Abstandshalterschicht bzw. Opferschicht zur Festlegung des späteren Drucksensorhohlraumes mittels Flußsäure herausgeätzt. Es hat sich gezeigt, daß derartige Relativdrucksensoren nur eine unzureichende mechanische Stabilität insbesondere im Überlastfall haben. Ferner hat sich erwiesen, daß derartige Relativdrucksensoren Streuungen bezüglich ihrer Erfassungsempfind-

lichkeit, also beispielsweise im Falle eines kapazitiven Relativdrucksensors Streuungen hinsichtlich des Quotientens der Kapazitätsänderung bezogen auf die Druckänderung auch innerhalb einer einzigen Fertigungscharge haben.

Ausgehend von dem oben beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, einen Drucksensor zu schaffen, mit dem eine Druckdifferenz gemessen werden kann und der bei guter Reproduzierbarkeit der Erfassungsempfindlichkeit innerhalb einer Herstellungscharge von Drucksensoren eine weitgehende Mikrominiaturisierung erlaubt.

Diese Aufgabe wird durch einen Drucksensor gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Im Gegensatz zum Stand der Technik, der eine direkte Erschließung des Hohlraumes des Drucksensors über eine Rückseitenöffnung des Substrates zeigt, lehrt die Erfindung, den Innendruck für den Drucksensorhohlraum über einen sich entlang der Oberfläche des Substrates erstreckenden Kanal zuzuführen. Ferner ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß dieser Kanal gegenüber dem Substrat von einer Schichtstruktur festgelegt wird, welche zumindest die erste Schicht umfaßt, die auch das Membran-artige Gebiet des Drucksensors bildet. Zusätzlich fordert die Erfindung, daß das Verhältnis der Breite des Kanales zu der Dicke der Schichtstruktur oberhalb des Kanales kleiner sein soll als das Verhältnis der kleinsten Erstreckung des Membran-artigen Gebietes in der Membranebene zu der Dicke des Membran-artigen Gebietes. Hierdurch wird trotz des oberflächennahen Verlaufes des Kanales gewährleistet, daß eine nennenswerte Deformation der Gesamtstruktur nur im Bereich des Membran-artigen Gebietes stattfindet, während die Struktur des Drucksensors im Bereich des Kanales von Differenzdruckänderungen im wesentlichen unbeeinflußt bleibt. Die Erfindung lehrt eine örtliche Trennung der eigentlichen Drucksensorfunktion, zu der die Erfassung des Differenzdruckes durch Auslenkung des Membran-artigen Gebietes und die elektrische Erfassung der Auslenkung des Mem-

bran-artigen Gebietes sowie die mechanischen Funktionen der Überlastfestigkeit und der spannungsfreien Membranhalterung zu zählen sind, von der Funktion der Zuführung von einem der beiden Drücke zu dem Drucksensorhohlraum, welche durch die erfindungsgemäß ausgestaltete Kanalstruktur erzielt wird. Die durch die Erfindung geschaffene funktionale Trennung steht im Gegensatz zum Stand der Technik, da Relativdrucksensoren nach dem Stand der Technik durch die rückseitige Öffnung des Substrates unterhalb des Membran-artigen Gebietes Spannungen in den Membran-Bereich einführen, im Falle einer kapazitiven Erfassung der Membranauslenkung eine Abhängigkeit der Erfassungskapazität von der kaum definierbaren Abmessung des vorderseitigen Austrittes der rückseitigen Öffnung haben und da bei dieser Drucksensorstruktur zum Stand der Technik die Überlastfestigkeit des Drucksensors eingeschränkt ist.

Die erfindungsgemäße Drucksensorstruktur ermöglicht trotz ihrer Fähigkeit der Differenzdruckmessung die Erzielung sämtlicher Vorteile des eingangs geschilderten Absolutdrucksensors einschließlich seiner erhöhten Meßgenauigkeit und seiner Kompatibilität für CMOS-Schaltungen.

Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Drucksensors sind in den Unteransprüchen definiert.

Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Drucksensors werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Querschnittsdarstellungen zur Verdeutlichung einzelner Herstellungsschritte bei der Drucksensorherstellung;

Fig. 2 Querschnittsdarstellungen eines Drucksensors und eines zugeordneten Referenzelementes;

Fig. 3a eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen

Drucksensors in Querschnittsdarstellung;

- Fig. 3b eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Drucksensors in Querschnittsdarstellung;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Feld erfindungsgemäßer Drucksensoren nach einer dritten Ausführungsform;
- Fig. 5 eine Querschnittsdarstellung einer ersten Ausführungsform einer Drucksensoreinheit mit Gehäuse und der in Fig. 3a gezeigten ersten Ausführungsform des Drucksensors;
- Fig. 6 eine Querschnittsdarstellung einer zweiten Ausführungsform einer Drucksensoreinheit mit Gehäuse und der in Fig. 3b gezeigten zweiten Ausführungsform eines Drucksensors;
- Fig. 7 eine Draufsichtdarstellung einer Drucksensoranordnung mit unterschiedlichen Membrangrößen für verschiedene Druckbereiche; und
- Fig. 8 eine Draufsichtdarstellung einer Druckmeßanordnung zur Erfassung einer Druckverteilung mit hoher räumlicher Auflösung.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, wird bei der Herstellung eines Drucksensors nach der vorliegenden Erfindung zunächst ein Substrat 1, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ein p-Siliziumsubstrat ist innerhalb eines Dotierungsbereiches 2 mittels an sich üblicher photolithographischer Maßnahmen mit einer Dotierung versehen, die entgegengesetzt zum Leitfähigkeitstyp des Substrates ist. Bei dem gezeigten p-Substrat 1 wird demgemäß ein n^+ -Dotierungsbereich 2 erzeugt, um einerseits eine gut leitfähige Elektrode zu bilden und um andererseits diese Elektrode, die durch den Dotierungsbereich 2 festgelegt ist, gegenüber dem Substrat 1 durch einen pn-Übergang zu isolieren. Nunmehr wird eine Isolatorschicht 3

aufgebracht.

Auf diese wird eine Abstandshalterschicht 4, die auch als Opferschicht bezeichnet wird, beispielsweise durch Abscheidung von Siliziumdioxid aufgebracht. Diese Abstandshalterschicht 4 wird mittels an sich bekannter photolithographischer Maßnahmen zur Festlegung des späteren Drucksensorhohlraumes strukturiert, wobei dieser mittig oberhalb des Dotierungsbereiches 2 angeordnet wird. Anschließend wird eine weitere Oxidschicht 5 abgeschieden und photolithographisch zur Festlegung von späteren Ätzkanälen 6 strukturiert. Nunmehr erfolgt die Abscheidung einer Polysiliziumschicht 7, welche zumindest im Bereich eines späteren Membran-artigen Gebietes 8 oberhalb eines Drucksensorhohlraumes 9 leitfähig dotiert ist. Durch Ätzen mittels Flußsäure wird durch den Ätzkanal 6 die aus Oxid bestehende Abstandshalterschicht 4, 5 entfernt, woraufhin die Ätzkanäle 6 durch Abscheidung eines geeigneten Materiales, wie beispielsweise einer Oxidschicht, verschlossen werden.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, kann zur Bildung eines Drucksensors, der dort in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet ist, eine abschließende Oxidschicht 9 im Bereich des Membran-artigen Gebietes 8 durch Ätzen entfernt werden, während diese Oxidschicht 9 zur Festlegung eines von der Grundkapazität her entsprechenden Referenzelementes, welches in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 11 bezeichnet ist, unverändert verbleibt.

Eine Querschnittsdarstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Drucksensors, der in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet ist, wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 3a erläutert. Dieser umfaßt ein Substrat 21 mit einem Dotierungsbereich 22, wobei die Dotierung wiederum entgegengesetzt zum Leitfähigkeitstyp des Substrates 21 gewählt ist. Oberhalb einer Isolatorschicht 23 ist eine einen Drucksensorhohlraum 24 festlegende erste Polysiliziumschicht 25 vorgesehen, welche oberhalb des Do-

tierungsbereiches 22 ein Membran-artiges, dünnes Gebiet 26 festlegt. Dieses Membran-artige Gebiet 26 ist von einem ersten Druck, der auch als Außendruck bezeichnet werden kann, beaufschlagbar.

Ausgehend von dem Drucksensorhohlraum 24 erstreckt sich ein an den Hohlraum 24 anschließender Kanal 27 entlang der Oberfläche 28 des Substrates 21, welcher bei der hier gezeigten Ausführungsform in einer Seitenöffnung 29 mündet.

Der Kanal wird gegenüber dem Substrat 21 von einer Schichtstruktur festgelegt, welche einerseits die erste Polysiliziumschicht 25 umfaßt, die das Membran-artige Gebiet 26 des Drucksensors 20 umfaßt, und andererseits eine hierauf abgechiedene Verstärkungsschicht 30 aufweist. Die Verstärkungsschicht 30 oberhalb der ersten Polysiliziumschicht 25 kann ebenfalls aus Polysilizium bestehen. Gleichfalls ist es denkbar, diese Verstärkungsschicht auch aus Siliziumdioxid oder Siliziumnitrid zu bilden.

Wie insbesondere bei der Draufsichtdarstellung der Fig. 4 auf ein Drucksensorfeld 40 mit einer Mehrzahl von miteinander verbundenen Drucksensoren 41 verdeutlicht ist, ist vorzugsweise die Breite b_k des Kanales 42 kleiner als der Durchmesser bzw. die kleinste Lateralerstreckung d_m des Membran-artigen Gebietes eines jeden Drucksensors 41. Allgemein muß das Verhältnis der Breite b_k des Kanales 27, 42 zu der Dicke d_s der Schichtstruktur 25, 30 oberhalb des Kanales kleiner sein als das Verhältnis der kleinsten Erstreckung d_m des Membran-artigen Gebietes 26, 41 in der Membranebene zu der Dicke d_g des Membran-artigen Gebietes 26. Hierdurch wird sichergestellt, daß der Differenzdruck zwischen dem ersten Druck P_1 , der von außen auf die Membran 26 einwirkt, zu dem über den Kanal 27 in den Drucksensorhohlraum 24 geführten zweiten Druck P_2 lediglich das Membran-artige Gebiet 26 verformt, nicht jedoch eine nennenswerte Verformung der Schichtenstruktur 25, 30 im Bereich des Kanales hervorruft.

Bei der genannten Dimensionierung kann bei ausreichend schmalen Kanälen 27 auf die zusätzliche Verstärkungsschicht 30 verzichtet werden, obgleich diese als vorteilhaft angesehen wird.

Die zweite Ausführungsform eines Drucksensors, die in Fig. 3b in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 32 bezeichnet ist, stimmt mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Abweichungen mit der unter Bezugnahme auf Fig. 3a beschriebenen ersten Ausführungsform des Drucksensors 20 überein, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder ähnliche Teile bezeichnen. In Abweichung zu der ersten Ausführungsform des Drucksensors 20 wird hier auf die Seitenöffnung 29 des Kanales 27 verzichtet, wobei der Kanal 27 auf der dem Drucksensorhohlraum 24 abgewandten Seite durch die erste Polysiliziumschicht 25 sowie die Verstärkungsschicht 30 gegenüber dem Substrat 21 verschlossen ist. Das Substrat 21 weist unterhalb des Kanales 27 eine beispielsweise durch anisotropes Ätzen erzeugte Rückseitenöffnung 33 auf. Die Rückseitenöffnung erstreckt sich von der Substratrückseite 34 durch das Substrat 21 hindurch derart bis zu der Vorderseite bzw. Oberfläche 28 des Substrates 21, daß der vorderseitige Austritt 35 der Rückseitenöffnung 33 außerhalb des Membranartigen Gebietes 26 und lediglich im Bereich des Kanales 27 zu liegen kommt.

Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung durch eine erste Ausführungsform einer Drucksensoreinheit, die in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 50 bezeichnet ist und ein Gehäuse 51 sowie die unter Bezugnahme auf Fig. 3a beschriebene erste Ausführungsform des Drucksensors 30 umfaßt. Das Gehäuse 51 hat zwei voneinander beabstandete Anschlußrohre 52, 53, durch die der erste bzw. zweite Druck P_1 , P_2 anlegbar sind. Der Drucksensor 30 ist mit der Rückseite des Siliziumsubstrates 21 gegenüber dem Boden 54 des Gehäuses 51 beispielsweise durch eine Klebung festgelegt. Das Gehäuse ist durch eine Trennwand 55 in zwei Gehäusebereiche 56, 57 für den ersten bzw. zweiten Druck P_1 , P_2 unterteilt. Die Trenn-

wand verläuft im wesentlichen vertikal zu der Längsrichtung des Kanales 27 und dichtet mit dem Drucksensor 20 im Bereich seiner Verstärkungsschicht 30 ab.

Fig. 6 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Drucksensoreinheit, die in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 60 bezeichnet ist. Auch diese weist ein Gehäuse 61 auf, welches zwei Anschlußrohre 62, 63 zur Beaufschlagung mit dem ersten und zweiten Druck P_1 , P_2 hat. Jedoch sind hier die Anschlußrohre 62, 63 vorzugsweise an gegenüberliegenden Wänden des Gehäuses 61 vorgesehen. Die zweite Ausführungsform des Drucksensors 32, wie sie unter Bezugnahme auf Fig. 3b beschrieben wurde, ist mit ihrer Rückseitenöffnung 33 oberhalb des Anschlußrohres 63 gegenüber der Wandung durch eine Klebung festgelegt, von der dieses Anschlußrohr 63 ausgeht.

Wie unter Bezugnahme auf Fig. 4 bereits erläutert wurde, kann eine auf einem Wafer ausgebildete Drucksensoreinheit ein Drucksensorfeld 40 sein, welches eine Vielzahl von Drucksensoren 41 umfaßt. Bei kapazitiver Auswertung wird man die einzelnen Elektroden parallel schalten, um durch diese feldartige Anordnung eine erhöhte Empfindlichkeit zu erreichen. Bei einem derartigen Drucksensorfeld werden die einzelnen Drucksensoren durch Kanäle miteinander verbunden, deren Gestalt dem im einzelnen beschriebenen Kanal 27 weitgehend ähnelt.

Falls eine Erfassung unterschiedlicher Druckbereiche mit einem einzigen Drucksensorfeld erwünscht ist, wird man sich der in Fig. 7 in Draufsichtdarstellung gezeigten Ausführungsform bedienen, die in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 70 bezeichnet ist. Diese Drucksensoranordnung 70 umfaßt drei Drucksensorfelder 71, 72, 73, wobei die Flächen der Membran-artigen Gebiete des Drucksensorfeldes 71 größer sind als diejenigen des Drucksensorfeldes 72, welche wiederum größer sind als diejenigen des Drucksensorfeldes 73. Damit dient das letztgenannte Drucksensorfeld 73 der Erfassung eines hohen Druckbereiches, das zweitgenannte Druck-

sensorfeld 72 der Erfassung eines mittleren Druckbereiches, während das erstgenannte Drucksensorfeld 71 für einen niederen Druckbereich vorgesehen ist.

Fig. 8 zeigt eine weitere Drucksensoranordnung in Draufsichtdarstellung, die in Ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 80 bezeichnet ist. Diese Drucksensoranordnung umfaßt sechs Drucksensorfelder 81, 82, 83, 84, 85, 86, welche auf einem einzigen Chip angeordnet sind und jeweils eine Mehrzahl von vorzugsweise vier miteinander über Kanäle verbundenen Drucksensoren 81a, 81b, 81c, 81d umfassen. Jedes der Drucksensorfelder 81, 82, 83, 84, 85, 86 steht mit einem Kanal 87, 88, 89, 90, 91, 92 in Verbindung. Die Kanäle sind an einem Druckerfassungsbereich 93 auf dem Chip auf einen engen Raum zusammengeführt, um hier die Messung einer Druckverteilung P2, ..., P7 mit vergleichsweise hoher räumlicher Auflösung zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Drucksensor mit

einem Substrat (21) und

einer mit dem Substrat (21) einen Hohlraum (24) festlegenden ersten Schicht (25), die oberhalb des Hohlraumes (24) ein Membran-artiges Gebiet (26) aufweist, das von einem außerhalb des Hohlraumes (24) herrschenden Druck (P1) beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet,

daß sich an den Hohlraum (24) ein Kanal (27) anschließt, der sich entlang der Oberfläche (28) des Substrates (21) erstreckt und mit einem zweiten Druck (P2) beaufschlagbar ist,

daß der Kanal (27) von einer Schichtstruktur (25, 30) und dem Substrat (21) festgelegt ist,

daß die Schichtstruktur (25, 30) zumindest die erste Schicht (25) umfaßt, und

daß das Verhältnis der Breite (bk) des Kanales (27) zu der Dicke (ds) der Schichtstruktur (25, 30) oberhalb des Kanales (27) kleiner ist als das Verhältnis der kleinsten Erstreckung (dm) des Membran-artigen Gebietes (26) in der Membranebene zu der Dicke (dg) des Membran-artigen Gebietes (26).

2. Drucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Schichtstruktur (25, 30) die erste Schicht (25) und eine mit der ersten Schicht (25) fest verbundene und

diese überdeckende und verstärkende zweite Schicht (30) umfaßt.

3. Drucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und
daß die zweite Schicht (30) aus Polysilizium besteht.
4. Drucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und
daß die zweite Schicht (30) aus Siliziumdioxid besteht.
5. Drucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und
daß die zweite Schicht (30) aus Siliziumnitrid besteht.
6. Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß das Substrat eine Rückseitenöffnung (33) aufweist,
die sich von der Substratrückseite durch das Substrat
hindurch bis zu dem Kanal (27) erstreckt.
7. Drucksensoranordnung, gekennzeichnet durch

eine Mehrzahl von auf einem Chip ausgebildeten Drucksensoren nach einem der Ansprüche 1 bis 6.
8. Drucksensoranordnung nach Anspruch 7, dadurch

gekennzeichnet,

daß jeder der Drucksensoren (81, ..., 86) einen Kanal (87, ..., 92) aufweist, welcher jeweils an den Hohlraum des Drucksensors (81, ..., 86) anschließt, und

daß die Kanäle (87, ..., 92) an einem Druckerfassungsbereich (93) auf dem Chip zur Erfassung einer Druckverteilung mit hoher räumlicher Auflösung zusammengeführt sind.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 19. November 1993 (19.11.93);
ursprünglicher Anspruch 1 durch geänderten Anspruch
1 ersetzt; ursprünglicher Anspruch 2 gestrichen; ursprüngliche Ansprüche 3-8
umnummeriert in Ansprüche 2-7 (2 seiten)]

1. Drucksensor mit

einem Substrat (21) und

einer auf dem Substrat (21) abgeschiedenen und einen Hohlraum (24) festlegenden ersten Schicht (25), die oberhalb des Hohlraumes (24) ein Membran-artiges Gebiet (26) aufweist, das von einem außerhalb des Hohlraumes (24) herrschenden Druck (P1) beaufschlagbar ist,

einem Kanal (27), der sich an den Hohlraum (24) anschließt und der sich entlang der Oberfläche (28) des Substrates (21) unter der abgeschiedenen ersten Schicht (25) erstreckt und mit einem zweiten Druck (P2) beaufschlagbar ist,

wobei der Kanal (27) von einer die erste Schicht (25) und eine auf der ersten Schicht (25) abgeschiedenen und diese überdeckenden und verstärkenden zweiten Schicht (30) umfassenden Schichtstruktur (25, 30) einerseits und dem Substrat (21) andererseits festgelegt ist,

die zweite Schicht (30) nicht das Membran-artige Gebiet (26) überdeckt, und

das Verhältnis der Breite (bk) des Kanales (27) zu der Dicke (ds) der Schichtstruktur (25, 30) oberhalb des Kanales (27) kleiner ist als das Verhältnis der kleinsten Erstreckung (dm) des Membran-artigen Gebietes (26) in der Membranebene zu der Dicke (dg) des Membran-artigen Gebietes (26).

2. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem

die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und

die zweite Schicht (30) aus Polysilizium besteht.

3. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem

die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und

die zweite Schicht (30) aus Siliziumdioxid besteht.

4. Drucksensor nach Anspruch 1, bei dem

die erste Schicht (25) aus Polysilizium besteht, und

die zweite Schicht (30) aus Siliziumnitrid besteht.

5. Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem

das Substrat eine Rückseitenöffnung (33) aufweist, die sich von der Substratrückseite durch das Substrat hindurch bis zu dem Kanal (27) erstreckt.

6. Drucksensoranordnung, mit

einer Mehrzahl von auf einem Chip ausgebildeten Drucksensoren nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

7. Drucksensoranordnung nach Anspruch 6, bei der

jeder der Drucksensoren (81, ..., 86) einen Kanal (87, ..., 92) aufweist, welcher jeweils an den Hohlraum des Drucksensors (81, ..., 86) anschließt, und

die Kanäle (87, ..., 92) an einem Druckerfassungsbereich (93) auf dem Chip zur Erfassung einer Druckverteilung mit hoher räumlicher Auflösung zusammengeführt sind.

1/8

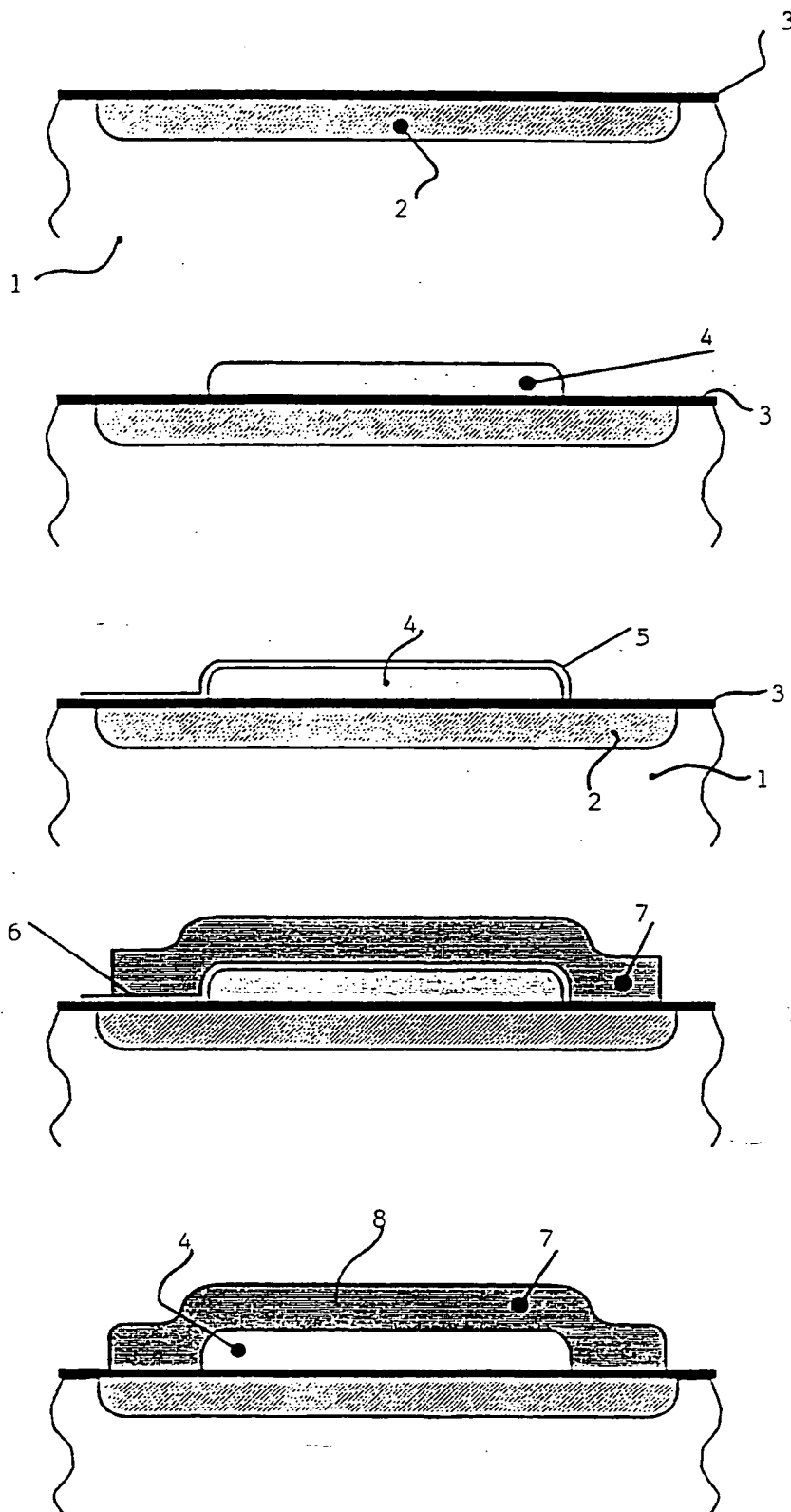


Fig. 1

2/8

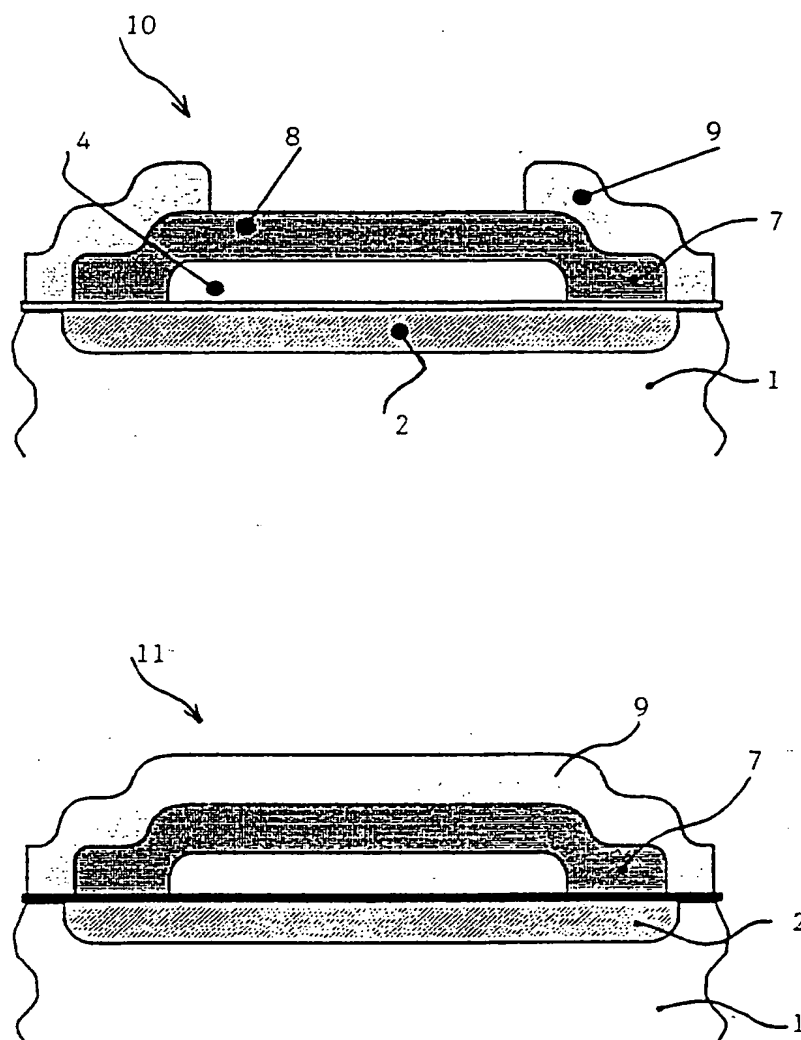


Fig. 2

3/8

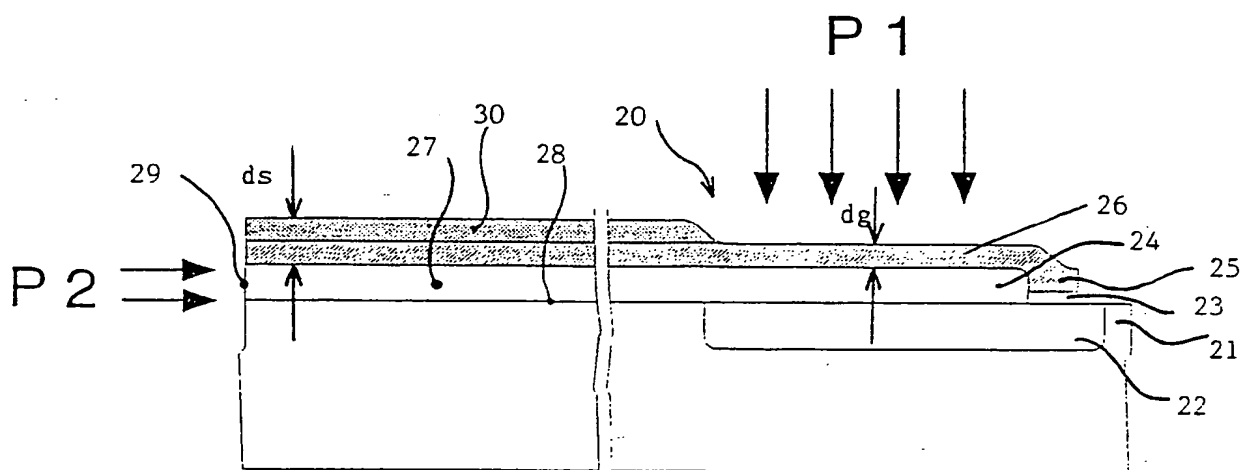


Fig. 3a

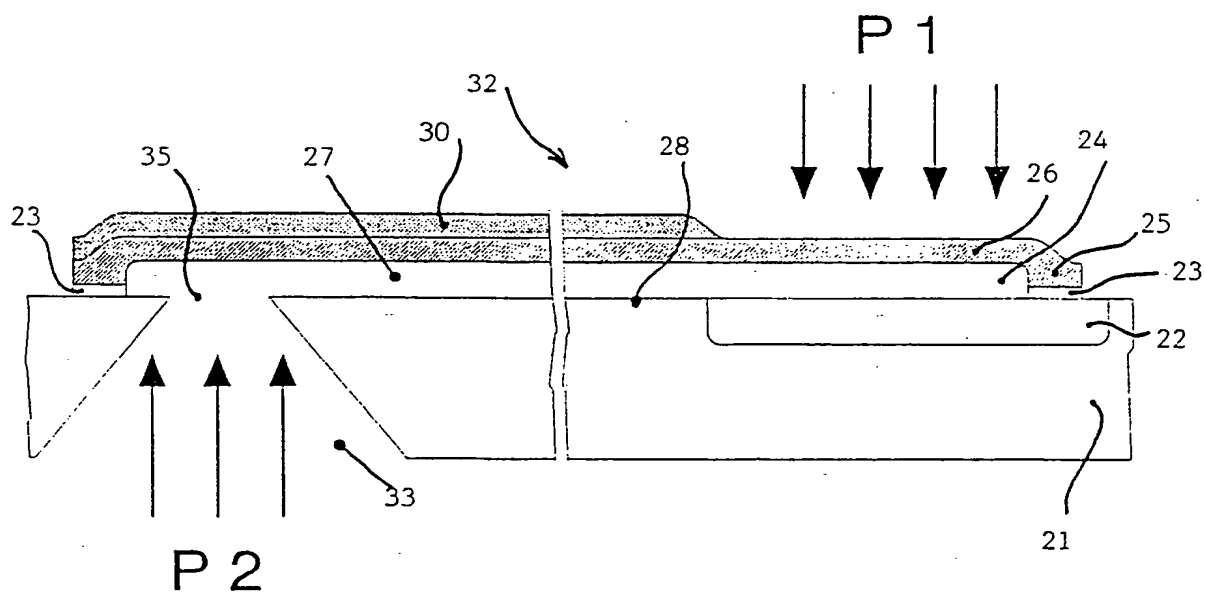


Fig. 3b

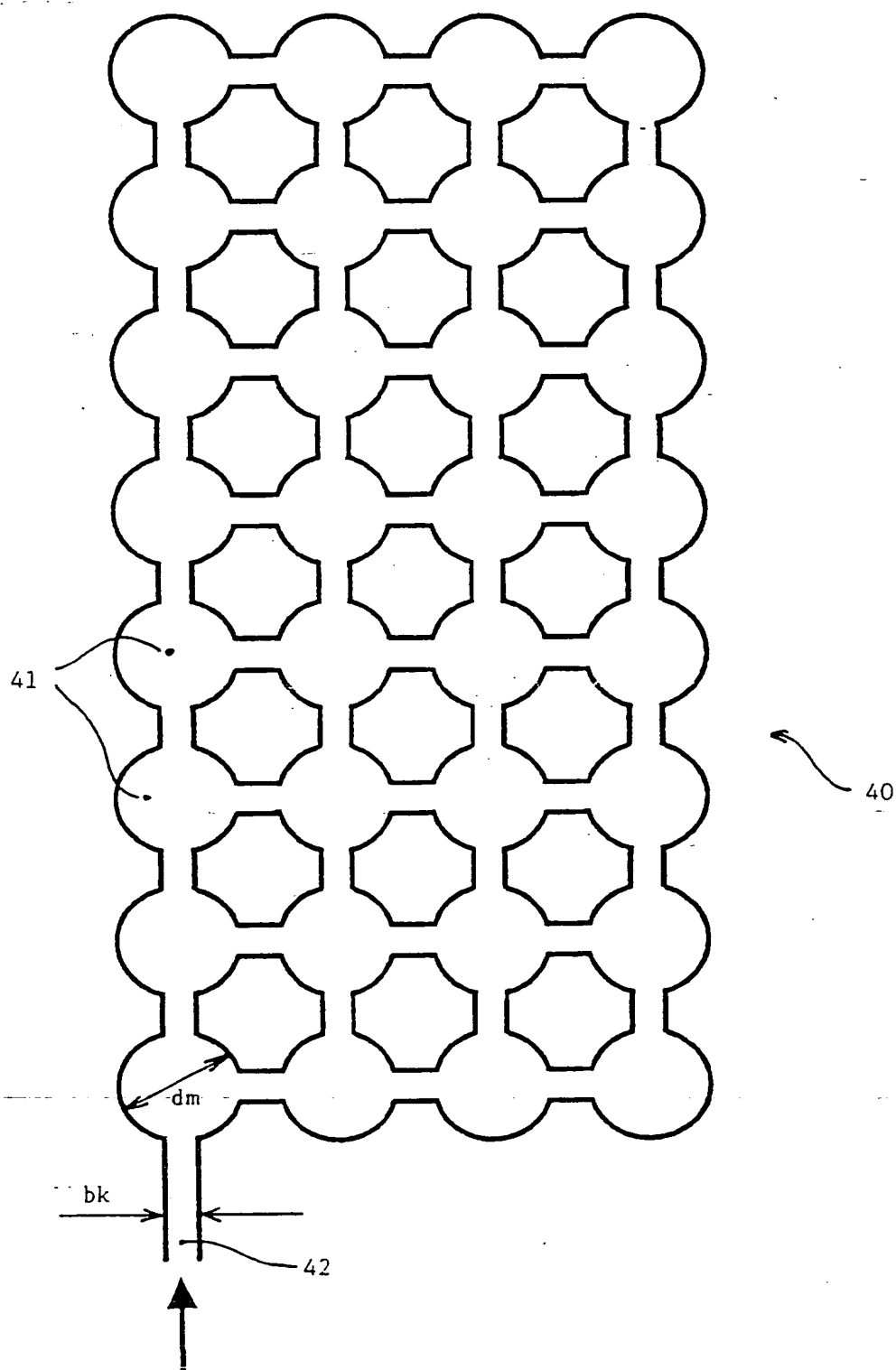


Fig. 4

5/8

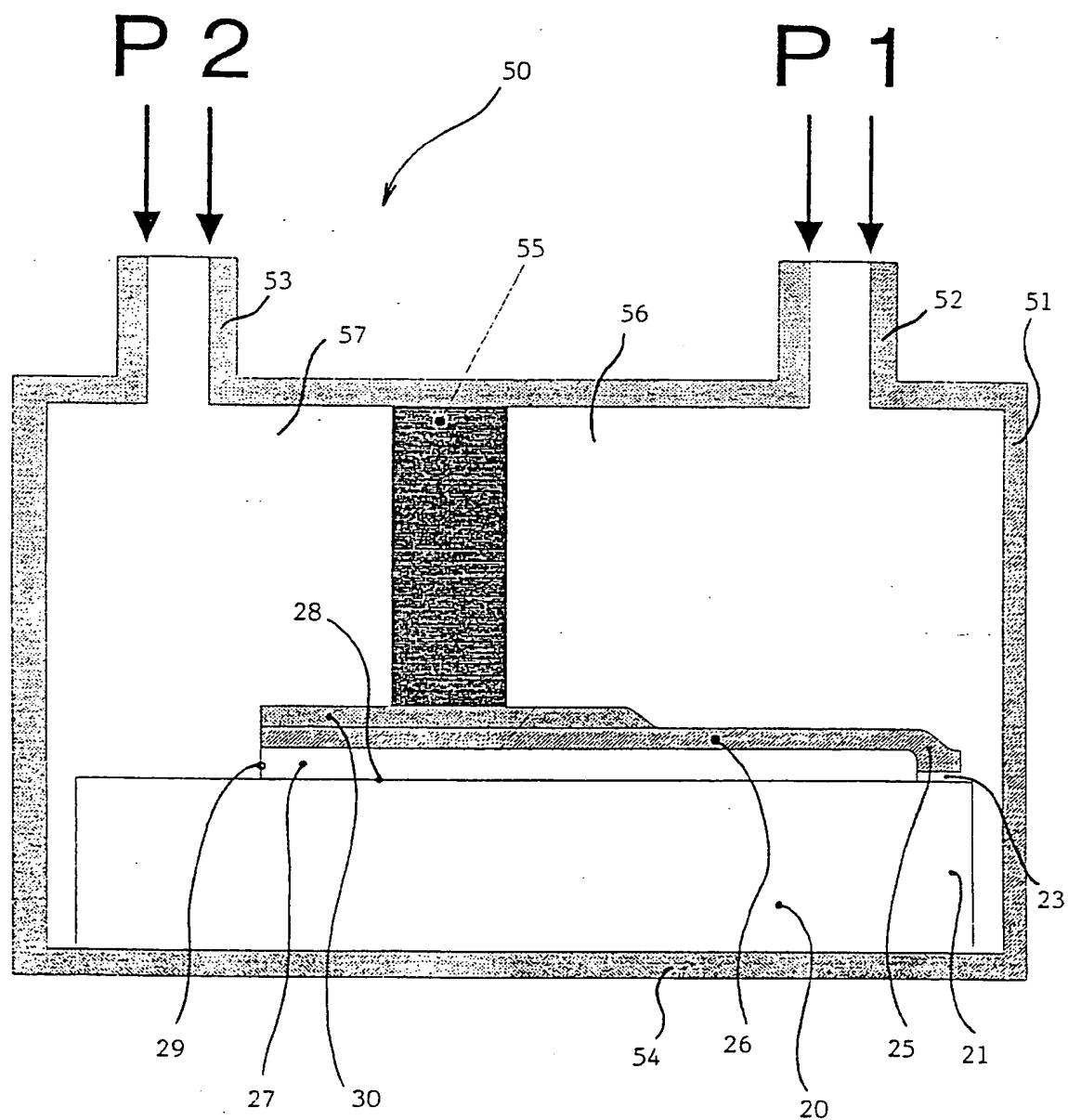


Fig. 5

6/8

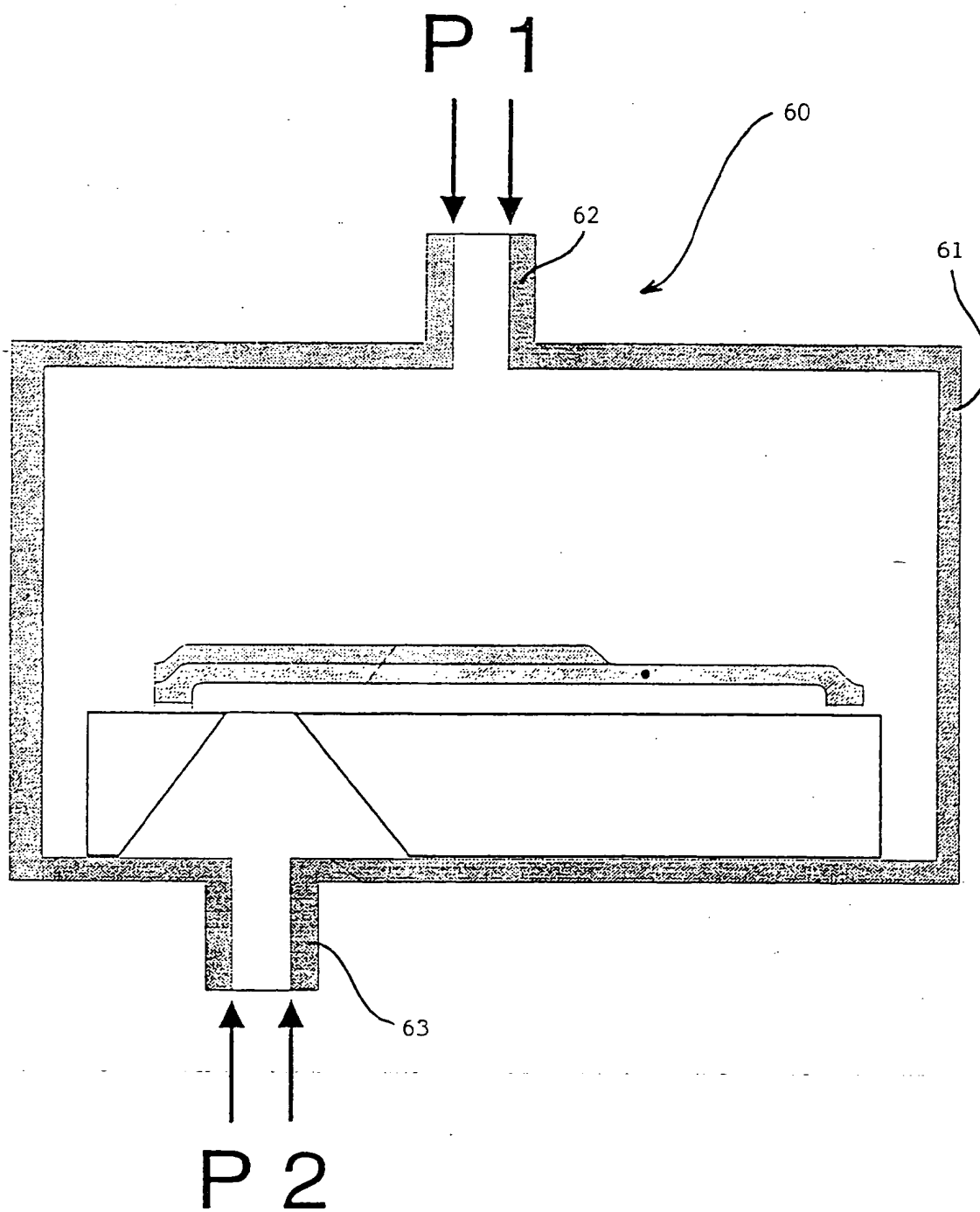


Fig.6

7/8

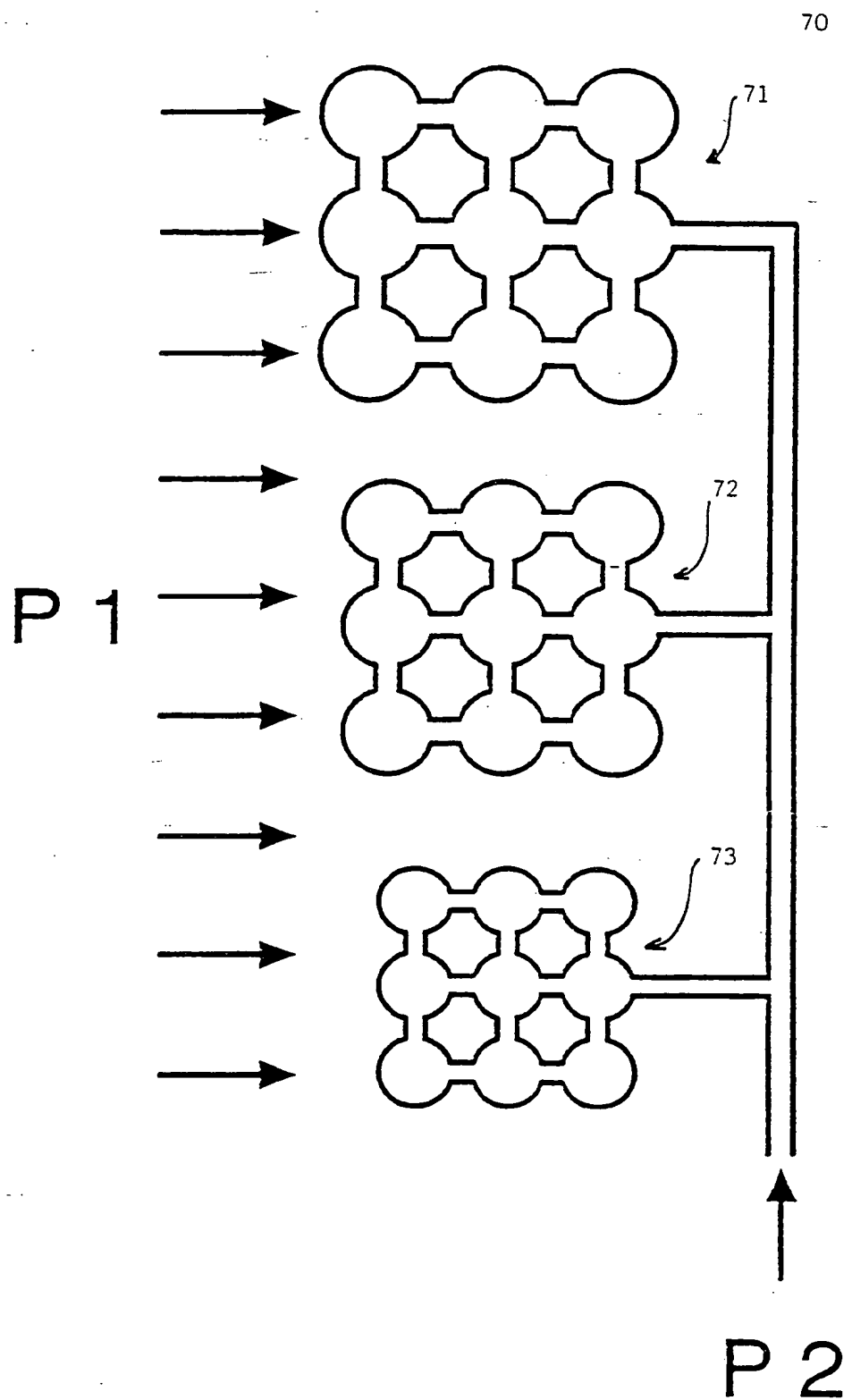
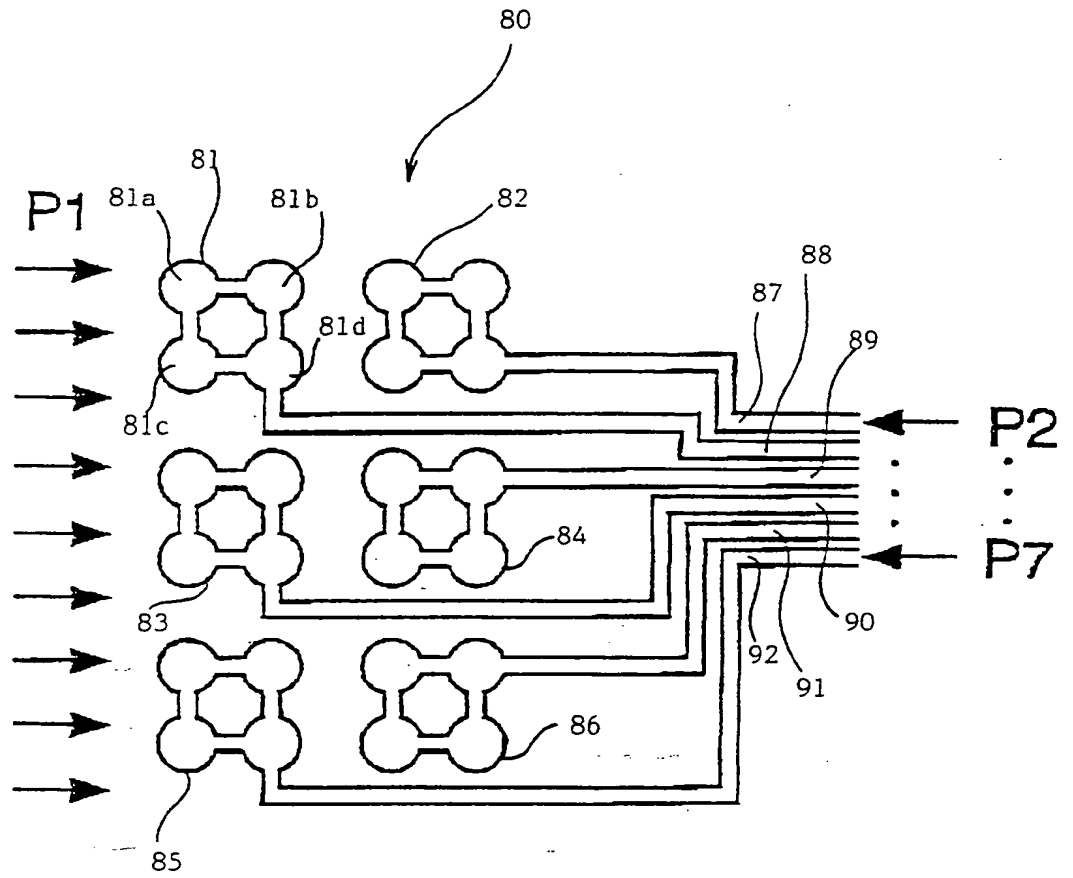


Fig. 7

8/8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 93/00048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.5 G01L9/00; G01L9/12; G01L15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.5 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | EP,A,0 500 234 (HONEYWELL INC.) 26 August 1992 | 1,2,6,7 |
| Y | see column 9, line 9 - column 13, line 57; figures 6,7,10 | 8 |
| Y | US,A,3 930 412 (J.R.MALLON U.A.) 6 January 1976 see the whole document | 8 |
| A | EP,A,0 339 981 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES, INC.) 2 November 1989 see figures 4,7 | 1 |
| A | US,A,4 790 192 (T.A.KNECHT U.A.) 13 December 1988 see figures 23,25,26 | 1 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 SEPTEMBER 1993 (20.09.93)

Date of mailing of the international search report

5 October 1993 (05.10.93)

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office
Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

DE 9300048
SA 68935

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 20/09/93

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP-A-0500234 | 26-08-92 | None | |
| US-A-3930412 | 06-01-76 | None | |
| EP-A-0339981 | 02-11-89 | JP-A- 2203233 | 13-08-90 |
| | | US-A- 5062302 | 05-11-91 |
| US-A-4790192 | 13-12-88 | None | |

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 93/00048

| | | |
|---|--|---|
| I. KLASSEIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| Int.Kl. 5 G01L9/00; G01L9/12; G01L15/00 | | |
| II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷ | | |
| Klassifikationssystem | Klassifikationssymbole | |
| Int.Kl. 5 | G01L | |
| Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸ | | |
| III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹ | | |
| Art. ⁹ | Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹² | Betr. Anspruch Nr. ¹³ |
| X | EP,A,0 500 234 (HONEYWELL INC.) 26. August 1992 | 1,2,6,7 |
| Y | — siehe Spalte 9, Zeile 9 - Spalte 13, Zeile 57; Abbildungen 6,7,10 | 8 |
| Y | US,A,3 930 412 (J.R. MALLON U.A.) 6. Januar 1976 siehe das ganze Dokument | 8 |
| A | EP,A,0 339 981 (SCHLUMBERGER INDUSTRIES, INC.) 2. November 1989 siehe Abbildungen 4,7 | 1 |
| A | US,A,4 790 192 (T.A. KNECHT U.A.) 13. Dezember 1988 siehe Abbildungen 23,25,26 | 1 |
| <p>⁹ Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"F" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> | | |
| IV. BESCHEINIGUNG | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 20. SEPTEMBER 1993 | | 0 5. 10. 93 |
| Internationale Recherchenbehörde | | Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten |
| EUROPAISCHES PATENTAMT | | VAN ASSCHE P.O. |

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Januar 1985)

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 9300048
SA 68935

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20/09/93

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP-A-0500234 | 26-08-92 | Keine | |
| US-A-3930412 | 06-01-76 | Keine | |
| EP-A-0339981 | 02-11-89 | JP-A- 2203233 | 13-08-90 |
| | | US-A- 5062302 | 05-11-91 |
| US-A-4790192 | 13-12-88 | Keine | |

EPF FORM P003

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)